

УДК 633.15:631.53.01:631.56  
© 2015

**М.Я. КИРПА,**  
*доктор сільськогосподарських наук*

**М.О. СТЮРКО,  
Л.М. БОНДАРЬ,**  
*наукові співробітники*

**Ю.С. БАЗІЛЄВА,**  
*кандидат сільськогосподарських наук*

*Інститут сільського господарства  
степової зони НААН України,  
м. Дніпропетровськ, Україна  
E-mail: marishka\_ros@mail.ru*

*Наведено результати досліджень якості насіння гібридів кукурудзи та особливості їх післязбиральної обробки в умовах типового кукурудзообробного заводу. Встановлено стадії обробки, які підлягають технічній модернізації, визначено оптимальні температурні режими сушіння з урахуванням сортових особливостей гібридів, їх збиральної вологості й температури нагріву.*

**Ключові слова:** насіння, гібриди кукурудзи, післязбиральна обробка, сушіння, схожість, якість.

Використання високоякісного насіння є необхідною агротехнологічною умовою вирощування кукурудзи та збільшення врожаю цієї культури. Численні досліді наукових установ і досвід кращих господарств свідчать про те, що сівба якісним насінням, відомо, підвищує врожай зерна кукурудзи на 18–20 % і більше.

Для отримання високоякісного насіння кукурудзи виключно важливе значення має його післязбиральна обробка, зокрема техніка та технології, що використовуються із цією метою [1]. В Україні післязбиральна обробка проводиться в системі кукурудзообробних заводів та насінницьких господарств, які мають відповідну матеріально-технічну базу, здебільшого типову технологічну схему обробки насіння: від стадії приймання качанів до складування готової продукції.

Типова схема післязбиральної обробки має включати низку операцій і регламен-

## ТЕРМОСТІЙКІСТЬ НАСІННЯ ГІБРИДІВ КУКУРУДЗИ ТА ОСОБЛИВОСТІ ЇХ ПІСЛЯЗБИРАЛЬНОЇ ОБРОБКИ

тів, серед яких належне місце займають доробка, сушіння і обмолот качанів, очищення, сортування й калібрування насіння, його зберігання та хімічна обробка. Регламенти операцій повинні враховувати біолого-технологічні показники у процесі обробки зерна, залежно від яких формується якість насіння. До таких показників відносяться вологість, термостійкість, маса, крупність, міцність зернівки, які впливають на посівні якості, зокрема енергію проростання, схожість і силу росту насіння [2, 3].

Процес термічного сушіння особливо значення набуває в технології післязбиральної обробки і повинен пов'язуватися з конкретними властивостями форм і типів кукурудзи. Зерно кукурудзи за своїм хімічним складом, фізико-механічними і теплофізичними властивостями відноситься до капілярно-шпаруватих колоїдних тіл.

Згідно з існуючою теорією сушіння, волога таких фізичних об'єктів випаровується з різною швидкістю, залежно від умов тепло- і масообміну [4, 5]. Вологість та температура нагріву зерна є визначальними факторами, під впливом яких формується схожість насіння в період його дозрівання–збирання–обробки. Фактори між собою пов'язані оберненою залежністю і характеризують теплостійкість насіння або його максимально допустиму температуру нагріву, що має важливе значення для оптимізації температурних режимів сушіння [6, 7]. Помічено, що за однакових умов різні гібриди кукурудзи неоднаково реагують на режими сушіння, а отже, формують і різну якість, насамперед схожість. Якість може як підвищуватися, так і знижуватися відносно тієї, яка фіксувалася під час збирання вологого насіння [8]. Але чітко визначено, що використання оптимальних режимів сушіння позитивно впливає на формування якості насіння гібридів кукурудзи.

**Метою досліджень** було виявити особливості післязбиральної обробки насіння кукурудзи в умовах типового кукурудзообробного заводу, встановити оптимальні температури нагріву зерна залежно від термостійкості та схожості насіння гібридів кукурудзи в процесі їх сушіння.

**Методика і методи досліджень.** Роботи зі з'ясування особливостей післязбиральної обробки виконували на кукурудзообробному заводі Інституту сільського господарства степової зони НААН потужністю 500 тонн насіння за сезон, у дослідному господарстві ДП “ДГ Дніпро” та в лабораторії науково-інноваційних технологій обробки, зберігання та стандартизації зерна. Паралельно проводили вивчення впливу температур сушіння на якість насіння кукурудзи. У досліді були задіяні гібриди кукурудзи селекції Інституту різних груп стиглості: Дніпровський 181СВ, Кремінь 200 СВ, Хмельницький, Солонянський 298 СВ, Любава 279 МВ, Розівський 311 СВ, Збруч та самозапиленої лінії КТ 021 С.

Завод є типовим, оскільки має стандартний набір машин та технологічного обладнання. У процесі обробки після кожної

операції відбирали зразки насіння, у яких визначали показники якості – вологість і чистоту, рівень травмування насінини, енергію проростання, схожість, врожайність посівного матеріалу за прийнятими методиками, розробленими в Інституті [9, 10]. Безпосередньо в умовах заводу проводили виробничу перевірку, розраховували економічну ефективність технологічних процесів. Досліди виконували відповідно до рекомендацій, методичних вказівок та методик з проведення післязбиральної і передпосівної обробки та зберігання насіннєвого матеріалу зернових культур.

Різні температурні режими сушіння досліджували в лабораторних умовах. Збиральна вологість зерна качанів, відібраних для сушіння, становила 17,3–53,3 %. Качани висушували до вологості 12–13 %, які уклали тонким шаром в електросушарці камерного типу. Температура теплоносія в камері сушарки становила 30, 40, 50 °С, практично таким був і нагрів зерна в качанах. Якість насіння після сушіння, його посівні та врожайні властивості визначали за загальноприйнятими методами проведення дослідів із кукурудзою [11, 12]. Особливу увагу приділяли польовій схожості, як найбільш важливому показнику, пов'язаному з продуктивністю рослини, і врожайності гібридів.

**Результати досліджень та їх обговорення.** Післязбиральна обробка кукурудзи на заводі включала такі процеси: доочищення і сортування, сушіння і обмолот качанів; очищення, сортування, калібрування та збагачення насіння, його протруєння і пакування.

У процесі обробки на заводі якість насіння змінювалася залежно від гібридів та технологічної операції (табл. 1). Наприклад, сушіння не знижувало, а навіть дещо підвищувало схожість і врожайні властивості насіння всіх досліджуваних гібридів. Обмолот сухих качанів впливав на якість насіння негативно, схожість за холодного пророщування знижувалася на 5–18 %, польова – на 6–15 %, врожайність – на 0,59–1,60 т/га порівняно з попередньою операцією – сушінням.

**1. Якість насіння гібридів кукурудзи залежно від процесів обробки на заводі, 2012–2014 рр.**

Гібрид	Процес	Схожість, %			Урожай зерна, т/га
		лабораторна		польова	
		стандарт-метод	тест-метод		
Дніпровський 181 СВ Хмельницький Солонянський 298 СВ Збруч	Приймання качанів	99	88	85	6,21
	Сушіння качанів	97	91	86	6,43
	Обмолот качанів	95	79	76	5,68
	Очищення– сортування насіння	95	78	76	5,81
	Протруєння насіння	-	-	87	6,39
НІР <sub>0,5</sub>				2,1	0,33

Операція очищення–сортування по-різному впливала на якість насіння, підвищуючи схожість і врожайні властивості насіння у гібридів Хмельницький і Солонянський 298 СВ і погіршуючи у Дніпровського 181 СВ. Не змінювалась якість насіння порівняно з насінням, отриманим унаслідок обмолоту качанів, у гібрида Збруч. Таку різницю у впливі можна пояснити особливим станом насіння гібридів, їх рівнем травмування та вмістом самообрушу, за якими вони відрізнялися один від одного.

Протруєння було ефективним для всіх гібридів і підвищувало польову схожість на 4–13 %, врожайність на 0,17–0,92 т/га. Проте рівень ефективності був різний. Наприклад, у гібридів Дніпровський 181 СВ і Солонян-

ський 298 СВ показники якості насіння після протруєння досягали рівня показників на стадії сушіння, у гібридів Хмельницький і Збруч до такого рівня не доходили, особливо в останнього.

Серед досліджуваних гібридів найбільш стійким у процесі обробки на заводі виявився Солонянський 298 СВ, у якого схожість та врожайні властивості знижувалися найменше відносно інших.

З'ясовано основні причини зниження якості насіння гібридів кукурудзи в післязбиральній обробці, основною з яких є травмування насіння (табл. 2). Найбільш травмованим у досліді виявилось насіння гібридів Хмельницький і Збруч. По-особливому ушкоджувався гібрид Дніпровський 181 СВ через кременисто–зубо-

**2. Травмованість насіння гібридів кукурудзи в процесі їх обробки на заводі, 2013–2014 рр.**

Процес	Макротравми				Мікротравми			
	гібриди *							
	1	2	3	4	1	2	3	4
Приймання качанів	0,8	2,3	2,1	2,5	3,4	4,4	4,1	3,8
Сушіння качанів	1,1	2,8	2,5	3,1	30,8	15,6	13,4	12,6
Обмолот качанів	2,5	9,6	5,3	10,8	34,5	32,9	20,7	30,8
Сепарування насіння	3,4	14,1	7,7	13,4	38,2	40,8	25,3	39,4

\* Гібриди: 1 – Дніпропетровський 181 СВ; 2 – Хмельницький; 3 – Солонянський 298 СВ; 4 – Збруч.

3. Схожість насіння гібридів кукурудзи залежно від їх збиральної вологості та температурних режимів сушіння, 2011–2014 рр.

Гібрид	Вологість зерна, %	Температурний режим, °С					
		30		40		50	
		1**	2***	1	2	1	2
Дніпровський 181 СВ	47,0–50,7	98	86	93	38	4	1
	36,3–41,0	100	92	98	79	24	3
	30,0–32,8	98	94	98	88	48	23
	17,3–20,4	99	98	100	96	99	92
Кремінь 200 СВ	44,5–49,4	96	60	89	18	2	0
	37,5–42,3	99	89	95	60	15	2
	27,2–31,7	98	89	98	73	45	13
	19,0–22,6	100	96	100	92	98	84
Любава 279 МВ	50,1–50,7	98	54	95	9	1	0
	37,3–42,9	99	90	98	50	36	1
	26,5–32,8	98	92	99	84	76	42
	20,9–22,7	100	94	99	94	94	78
Розівський 311 СВ	51,0–53,3	100	94	95	18	1	0
	40,5–41,9	98	94	96	80	18	2
	29,8–32,6	98	95	96	88	72	52
	21,3–27,3	99	96	100	90	95	81

*Пророщування: 1\*\* – стандартне; 2\*\*\* – холодне.*

подібну будову насінини. Такого типу насіння більше страждало від сушіння, тобто отримувало мікротравми за швидкого зневоднення у вигляді теплової тріщинуватості. Але макротравм механічної природи зареєстровано менше, оскільки кременисто-зубоподібна насінини є твердою і стійкою до подібних навантажень.

Насіння гібридів частіше травмувалося на операціях обмолоту качанів і сепарування насіння, від чого схожість знижувалася на 9–11 %, а врожайність – на 0,72–0,79 т/га. Підкреслимо, що на стадії обмолоту підвищувався вміст насіння як з макротравмами, так і з мікротравмами. На стадії сепарування вміст травмованого насіння особливо зростав унаслідок його переміщення вертикальними норіями, шнековими механізмами, самопливами. Передпосівна підготовка у

вигляді протруєння–стимуляції дещо покращувала якість насіння, але була недостатньо ефективною для травмованого насінневого матеріалу.

Не менш важливою причиною погіршення якості була домішка самообрушеного насіння з вологих качанів, яке змішувалося з основною масою в подальшій обробці. Домішки знижували схожість насіння за стандартного пророщування на 2–4 %, холодного – на 8–13 %, польової – на 10–12%.

У модельних дослідах вивчали також особливості проростання насіння гібридів кукурудзи залежно від вологості зерна і температури його нагріву (табл. 3).

За температури нагріву 30–40 °С і вологості до 50 % насіння більшості гібридів характеризується високою теплостійкістю і

4. Польова схожість насіння гібридів кукурудзи залежно від їх збиральної вологості і температури сушіння

Гібрид	2011–2012 рр.			2013–2014 рр.		
	вологість зерна, %	30 °С	40 °С	вологість зерна, %	30 °С	40 °С
Дніпровський 181 СВ	47,0	82	76	50,7	83	10
	36,3	88	86	41,0	90	40
	30,0	93	88	32,8	90	83
	17,3	90	91	19,5	88	88
НІР <sub>0,5</sub>		2,2	2,1		2,7	2,1
Кремінь 200 СВ	44,5	86	57	49,4	60	5
	37,5	90	69	42,3	90	45
	27,2	90	76	31,4	93	80
	19,7	83	91	19,0	93	88
НІР <sub>0,5</sub>		3,4	2,2		2,1	2,0
Любава 279 МВ	50,1	87	55	50,7	58	48
	37,3	89	83	42,9	78	68
	26,5	91	89	32,8	85	83
	21,2	90	91	20,9	93	93
НІР <sub>0,5</sub>		1,4	2,3		1,8	1,3
Розівський 311 СВ	53,3	87	24	51,0	75	25
	47,0	88	74	41,2	90	80
	41,9	92	71	30,0	90	88
	32,6	92	84	23,2	88	90
НІР <sub>0,5</sub>		1,5	2,4		1,3	1,7

має кондиційну схожість у межах 93–100 %. У разі підвищення температури до 50 °С схожість залишається кондиційною лише тоді, коли вологість досягає 17,3–22,6 %.

Схожість за холодного пророщування була високою при температурі нагріву насіння 30 °С. Підвищення температури до 40 °С призводило до зниження сили росту насіння з вологістю понад 30 %.

Встановлено складну залежність між схожістю і термостійкістю насіння кукурудзи. Термостійкість складалась унаслідок різного співвідношення між вологістю і температурою нагріву зерна. Із усіх досліджуваних гібридів Кремінь 200 СВ характеризувався порівняно нижчою термостійкіс-

тю за тих самих значень вологості і температури нагріву насіння.

У полі спостерігали вплив збиральної вологості і біологічної термостійкості гібридів залежно від їх сортових особливостей і температури сушіння (табл. 4). Наприклад, при збиранні гібридів Дніпровський 181 СВ, Розівський 311 СВ з вологістю 40–45 % польова схожість насіння становила 40–80 %, гібридів Любава 279 МВ та Кремінь 200 СВ з вологістю 32–40 % дорівнювала 69–86 %. Насіння гібридів, яке висушували за температури нагріву 30 °С, мало вищу польову схожість, ніж насіння, що прогрівалося температурою 40 °С.

### Висновки

В умовах типового кукурудзообробного заводу до суттєвого погіршення якості насіння призводить обмолот качанів та сепарування. Причинами погіршення якості є макро- і мікротравмування насіння, а також домішка самовилущеного зерна із вологих качанів. Обладнання, задіяне на таких операціях, підлягає першочерговій модернізації і заміні на нове.

Встановлено оптимальні температурні режими сушіння насіння гібридів кукурудзи залежно від їх термостійкості, яка формувалася під впливом збиральної вологості,

а також температури нагріву насінини. Температура нагріву на рівні 30 °С забезпечує високу лабораторну і польову схожість насіння за збиральної вологості 36–40 % залежно від гібридів, для нижчої вологості температуру можна підвищувати до 40 °С.

Виявлена термостійкість насіння залежно від сортових особливостей гібридів, у числі досліджуваних найменш термостійким був гібрид Кремінь 200 СВ, для якого необхідно розробляти і встановлювати індивідуальний температурний режим сушіння.

### Бібліографія

1. Кирпа М.Я. Післязбиральна обробка і якість насіння кукурудзи / М.Я. Кирпа // Бюлетень Ін-ту зернового господарства. – 2001. – № 17. – С. 31–35.
2. Кирпа М.Я. Прийоми енергозбереження в технології сушіння насіння кукурудзи / М.Я. Кирпа, Н.О. Пащенко // Бюлетень Ін-ту зернового господарства. – 2009. – № 37. – С. 3–8.
3. Кирпа М.Я. Напрями енергозбереження в технологіях виробництва і зберігання зерна / М.Я. Кирпа // Наукові праці ОН АХТ. – 2009. – Т. 1. – С. 107–109.
4. High temperature grain drying // Great Britain Ministry of Agriculture, Fisheries and Food Booklet. – 1982. – V. 17–24. – P. 1–30.
5. Борта А.В. Исследование кинетики сушки семенного зерна кукурузы в плотном слое / А.В. Борта, Г.Н. Станкевич, Л.Ф. Будюк // Наукові праці. – 2001. – № 21. – С. 13–17.
6. Науменко А.И. Новый способ сушки семян кукурузы / А.И. Науменко, Н.Я. Кирпа, В.И. Алейников // Доклады ВАСХНИЛ, 1986. – № 11. – С. 43–45.
7. Кирпа М.Я. Энергоэкономичные способы сушіння насіння кукурудзи / М.Я. Кирпа, Л.І. Рева, М.О. Стюрко // Вісник Дніпропетровського державного аграрного університету. – 2012. – № 2. – С. 71–76.
8. Кирпа М.Я. Термостійкість та схожість насіння гібридів кукурудзи залежно від режимів їх сушіння / М.Я. Кирпа, М.О. Стюрко // Селекція і насінництво: міжвідомч. темат. наук. збірник. – Харків, 2014. – Вип. 106. – С. 127–133.
9. Насіння сільськогосподарських культур. Метод визначання якості: ДСТУ 4138–2002. – [Чинний від 2004–01–01]. – К.: Держспоживстандарт України, 2003. – 173 с.
10. Репин А.Н. Метод холодного проращивания семян кукурузы / А.Н. Репин, А.И. Науменко // Бюлетень ВНИИ кукурузы. – 1972. – Вып. 5–6. – С. 55–58.
11. Методика проведення польових дослідів з кукурудзою / [С.М. Лебідь, В.С. Циков, Ю.М. Пащенко та ін.]. – Дніпропетровськ, 2008. – 27 с.
12. Методика определения экономической эффективности использования в сельском хозяйстве результатов НИР и ОКР, новой техники, изобретений и рационализаторских предложений / Под руков. Г.М. Лозы. – М.: ВНИИПИ, 1983. – 149 с.

Рецензент – доктор сільськогосподарських наук,  
професор **В.В. Ващенко**